

CAR LANE DEVIATION ALARM DEVICE FOR VEHICLE

Patent Number: JP2002193055

Publication date: 2002-07-10

Inventor(s): SATO SHIGEKI; MORI HIROSHI; SHIMAKAGE MASAYASU; KAWAZOE HIROSHI; SADANO ATSUSHI

Applicant(s): NISSAN MOTOR CO LTD

Requested Patent: ☒ JP2002193055

Application Number: JP20000396555 20001227

Priority Number (s):

IPC Classification: B60R21/00; G06T1/00; G06T7/60; G08G1/16

EC Classification:

Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a car lane deviation alarm device for a vehicle which can continuously estimate a car lane deviation without interrupting continuation under all road conditions and running conditions without a sense of incompatibility of a deviation alarm given to a driver even at high speed turn running time.

SOLUTION: This device comprises a forward lateral displacement estimation value calculating means for calculating a forward lateral displacement estimation value X_{exp} in a position of a forward watch point distance L_s of a vehicle by lateral displacement (a) and a yaw angle c , a forward lateral displacement target value calculating means for calculating a forward lateral displacement target value X^*_{exp} in a position of the forward watch point distance L_s of the vehicle by the lateral displacement (a) and a car body lateral slide angle β , a car lane deviation decision means deciding whether or not a deviation between the forward lateral displacement estimation value X_{exp} and the forward lateral displacement target value X^*_{exp} is a preset threshold value X or more, and an alarm device 7 informing a driver of car lane deviation when it is decided with the deviation in the preset threshold value X or more.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-193055

(P2002-193055A)

(43) 公開日 平成14年7月10日 (2002.7.10)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)	
B 6 0 R 21/00	6 2 4	B 6 0 R 21/00	6 2 4 F	5 B 0 5 7
	6 2 6		6 2 4 C	5 H 1 8 0
			6 2 6 B	5 L 0 9 6
			6 2 6 E	
G 0 6 T 1/00	3 3 0	G 0 6 T 1/00	3 3 0 A	
審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 11 頁) 最終頁に続く				

(21) 出願番号 特願2000-396555(P2000-396555)

(22) 出願日 平成12年12月27日 (2000.12.27)

(71) 出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72) 発明者 佐藤 茂樹

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
自動車株式会社内

(72) 発明者 毛利 宏

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
自動車株式会社内

(74) 代理人 100105153

弁理士 朝倉 悟 (外1名)

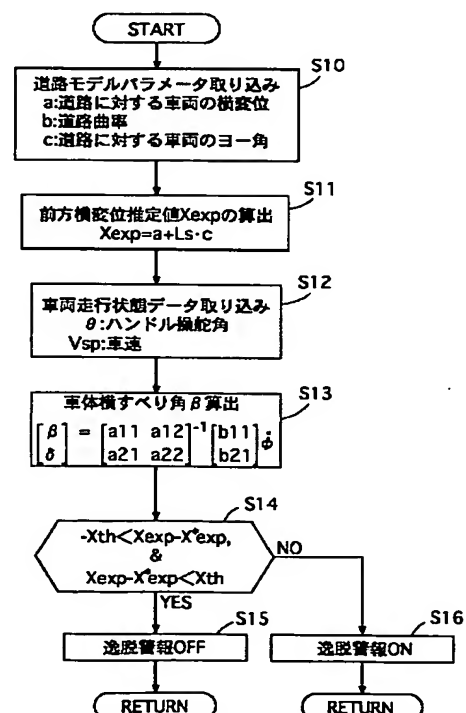
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両の車線逸脱警報装置

(57) 【要約】

【課題】 高速旋回走行時においてもドライバーに逸脱警報の違和感を与えることなく、あらゆる道路条件、走行条件下で、つながりが途切れることなく連続して車線逸脱を予測することができる車両の車線逸脱警報装置を提供すること。

【解決手段】 横変位 a 及びヨー角 c により車両の前方注視点距離 L_s の位置における前方横変位推定値 X_{exp} を算出する前方横変位推定値算出手段と、横変位 a 及び車体横すべり角 β により車両の前方注視点距離 L_s の位置における前方横変位目標値 X^*_{exp} を算出する前方横変位目標値算出手段と、前方横変位推定値 X_{exp} と前方横変位目標値 X^*_{exp} との偏差が設定しきい値 X_{th} 以上であるかどうかを判定する車線逸脱判定手段と、偏差が設定しきい値 X_{th} 以上である車線逸脱判定時、ドライバーに車線逸脱を報知する警報器 7 とを備えている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 車両前方を撮像する撮像手段と、
該撮像手段で撮像した画像から道路形状を推定する道路形状推定手段と、
該道路形状推定手段で推定した道路形状に基づいて、自車両の道路に対する横変位を推定する横変位推定手段と、
前記道路形状推定手段で推定した道路形状に基づいて、自車両の道路に対するヨー角を推定するヨー角推定手段と、
操舵角検出値及び車速検出値に基づいて、車体横すべり角を推定する車体横すべり角推定手段と、
前記横変位及びヨー角により車両前方の所定位置における前方横変位推定値を算出する前方横変位推定値算出手段と、
前記横変位及び車体横すべり角により車両前方の所定位置における前方横変位目標値を算出する前方横変位目標値算出手段と、
前方横変位推定値と前方横変位目標値との偏差が車線逸脱傾向であるかどうかを判定するしきい値を設定するしきい値設定手段と、
前方横変位推定値と前方横変位目標値との偏差が設定しきい値以上であるかどうかを判定する車線逸脱判定手段と、
偏差が設定しきい値以上である車線逸脱判定時、ドライバーに車線逸脱を報知する警報手段と、
を備えていることを特徴とする車両の車線逸脱警報装置。

【請求項2】 請求項1に記載の車両の車線逸脱警報装置において、
前記しきい値設定手段は、前方道路曲率が大きくなるに従い、しきい値を大きな値に設定する手段であることを特徴とする車両の車線逸脱警報装置。

【請求項3】 請求項1または請求項2に記載の車両の車線逸脱警報装置において、
前記しきい値設定手段は、前方道路曲率のコーナー内側方向のしきい値を大きく設定し、前方道路曲率のコーナー外側方向のしきい値を小さく設定する手段であることを特徴とする車両の車線逸脱警報装置。

【請求項4】 請求項1ないし請求項3に記載の車両の車線逸脱警報装置において、
前記しきい値設定手段は、車速が高くなるに従い、しきい値を小さな値に設定する手段であることを特徴とする車両の車線逸脱警報装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、自車両が走行車線から逸脱するのを予測し、これをドライバーに警報により知らせる車両の車線逸脱警報装置の技術分野に属する。

【0002】

【従来の技術】従来、車両の車線逸脱警報装置としては、例えば、特開平8-16998号公報に記載のものが知られている。

【0003】この公報には、車両の走行安全性を向上させるための装置として、ドライバーの不注意等により車両が走行車線から逸脱したときに、これを警報等によりドライバーに報知して、注意を促すようにした装置が提案されている。

【0004】この装置は、路面上における走行車線の両側部を仕切る各種の境界線を撮像する撮像装置と、この装置で撮像した画像を処理することにより走行車線内における自車両の道路に対するヨー角を求めるヨー角検出装置と、撮像装置から前方道路曲率を推定する装置と、車両の走行状態から走行曲率を推定する装置を基に、道路からの車両のヨー角の方向（正負）と、走行路推定曲率から道路推定曲率を引いた曲率偏差の方向（正負）により、自車両が上記境界線を横切って走行車線から逸脱し、或いは、その可能性があるときに、これをドライバーに報知する報知装置等で構成される。

【0005】したがって、この種の装置によれば、車両がドライバーの無意識のうちに走行車線を逸脱して隣接車線を走行する車両や車線外の障害物と接触する等の事態が未然に回避され、車両の走行安全性が向上することになる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の車両の車線逸脱警報装置にあっては、車両のヨー角 α の正負方向と、走行路推定曲率 $R\phi$ から道路推定曲率 RA を引いた曲率偏差（ $R\phi - RA$ ）の正負方向とを対比し、正負方向が異なっていれば車線逸脱の可能性があるとして判定する装置であるため、特に、高速で比較的旋回半径の小さい道路を旋回する場合、車両には車体横すべり角が生じ、十分に一定旋回状態で走行している場合であっても、走行路推定曲率 $R\phi$ と道路推定曲率 RA とが等しい場合でも、コーナーIN側にヨー角が生まれ、コーナーIN側で警報が鳴りやすく、不要時に警報が鳴るという違和感をドライバーに与えてしまうという問題点があった。

【0007】すなわち、車体横すべり角は、車速が上昇するほど増加する（図15及び『自動車の運動と制御（第3刷）』安部正人著、平成8年5月31日山海堂発行のP70参照）。

【0008】この車体横すべり角の増大に伴いヨー角も増大するが、従来技術である特開平8-16998号公報の段落番号

【0009】以下の実施例2においては、高速走行での小旋回半径の道路を旋回する場合、自車両の走行路推定曲率 $R\phi$ が道路推定曲率 RA を下回っている（旋回内側に切れ込んでいる）状態で、ヨー角が旋回内側を向くと

きに警報を発する構成となっている。これはつまり、高速旋回時には旋回内側に対しての逸脱警報が鳴りやすくなることを意味する。

【0010】本発明は、上記問題点に着目してなされたもので、その目的とするところは、高速旋回走行時においてもドライバーに逸脱警報の違和感を与えることなく、あらゆる道路条件、走行条件下で、つながりが途切れることなく連続して車線逸脱を予測することができる車両の車線逸脱警報装置を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項1記載の発明では、車両前方を撮像する撮像手段と、該撮像手段で撮像した画像から道路形状を推定する道路形状推定手段と、該道路形状推定手段で推定した道路形状に基づいて、自車両の道路に対する横変位を推定する横変位推定手段と、前記道路形状推定手段で推定した道路形状に基づいて、自車両の道路に対するヨー角を推定するヨー角推定手段と、操舵角検出値及び車速検出値に基づいて、車体横すべり角を推定する車体横すべり角推定手段と、前記横変位及びヨー角により車両前方の所定位置における前方横変位推定値を算出する前方横変位推定値算出手段と、前記横変位及び車体横すべり角により車両前方の所定位置における前方横変位目標値を算出する前方横変位目標値算出手段と、前方横変位推定値と前方横変位目標値との偏差が車線逸脱傾向であるかどうかを判定するしきい値を設定するしきい値設定手段と、前方横変位推定値と前方横変位目標値との偏差が設定しきい値以上であるかどうかを判定する車線逸脱判定手段と、偏差が設定しきい値以上である車線逸脱判定時、ドライバーに車線逸脱を報知する警報手段と、を備えていることを特徴とする。

【0012】請求項2記載の発明では、請求項1に記載の車両の車線逸脱警報装置において、前記しきい値設定手段は、前方道路曲率が大きくなるに従い、しきい値を大きな値に設定する手段であることを特徴とする。

【0013】請求項3記載の発明では、請求項1または請求項2に記載の車両の車線逸脱警報装置において、前記しきい値設定手段は、前方道路曲率のコーナー内側方向のしきい値を大きく設定し、前方道路曲率のコーナー外側方向のしきい値を小さく設定する手段であることを特徴とする。

【0014】請求項4記載の発明では、請求項1ないし請求項3に記載の車両の車線逸脱警報装置において、前記しきい値設定手段は、車速が高くなるに従い、しきい値を小さな値に設定する手段であることを特徴とする。

【0015】

【発明の作用および効果】請求項1記載の発明にあっては、走行時、道路形状推定手段において、車両前方を撮像する撮像手段で撮像した画像から道路形状が推定され、横変位推定手段において、道路形状推定手段で推定

した道路形状に基づいて、自車両の道路に対する横変位が推定され、ヨー角推定手段において、道路形状推定手段で推定した道路形状に基づいて、自車両の道路に対するヨー角が推定される。

【0016】そして、車体横すべり角推定手段において、操舵角検出値及び車速検出値に基づいて、車体横すべり角が推定され、前方横変位推定値算出手段において、横変位及びヨー角により車両前方の所定位置における前方横変位推定値が算出され、前方横変位目標値算出手段において、横変位及び車体横すべり角により車両前方の所定位置における前方横変位目標値が算出される。

【0017】一方、しきい値設定手段において、前方横変位推定値と前方横変位目標値との偏差が車線逸脱傾向であるかどうかを判定するしきい値が設定され、車線逸脱判定手段において、前方横変位推定値と前方横変位目標値との偏差が設定しきい値以上であるかどうかを判定され、偏差が設定しきい値以上である車線逸脱判定時、警報手段によりドライバーに車線逸脱が報知される。

【0018】すなわち、車体横すべり角は、車両の進行方向に対する車体の前後方向（進行方向）中心線との角度であり、ヨー角は、道路の進行方向に対する車体の前後方向中心線との角度であるので、仮に、車体横すべり角とヨー角が一致していれば、車両の進行方向と道路の進行方向とが一致している、いわば理想的な走行状態ということになる。したがって、車両の前方における横変位推定値（車両のヨー角で求める）と、車両の前方における横変位目標値（車体横すべり角で求める）との一致の度合いを見ることにより、車線逸脱を判断するようにしている。

【0019】よって、車体横すべり角で求められる横変位目標値を車線逸脱の判断する基準値とし、前方横変位推定値と前方横変位目標値との偏差により車線逸脱を判断しているため、車体横すべり角が生じるような高速旋回走行時においても前方横変位推定値と前方横変位目標値との偏差が小さければ逸脱警報が出されることがなく、ドライバーに逸脱警報の違和感を与えることがない。

【0020】さらに、直線路でも曲線路でも変わらず同じ判断基準値で、前方横変位推定値と前方横変位目標値との偏差により車線逸脱を評価することができるため、あらゆる道路条件、走行条件下で、つながりが途切れることなく連続して車線逸脱の予測が実施できる。

【0021】請求項2記載の発明にあっては、しきい値設定手段において、前方道路曲率が大きくなるに従い、しきい値が大きな値に設定される。

【0022】よって、同じ車速であれば大旋回半径による旋回走行時に比べて車体横すべり角が大きく発生しやすい小旋回半径による旋回走行時には、前方道路曲率が大きくなるに従いしきい値が大きくなるため、コースとりを気にしないで通常のドライバーの運転感覚にあっ

た警報を報知することができる。

【0023】請求項3記載の発明にあつては、しきい値設定手段において、前方道路曲率のコーナー内側方向のしきい値が大きく設定され、前方道路曲率のコーナー外側方向のしきい値が小さく設定される。

【0024】よって、旋回走行時にコーナーOUT側に比べて偏差が大きくなりやすいコーナーIN側のしきい値を大きく設定するため、IN側のコースとりを気にしないで通常のドライバーの運転感覚にあった警報を報知することができる。

【0025】請求項4記載の発明にあつては、しきい値設定手段において、車速が高くなるに従い、しきい値が小さな値に設定される。

【0026】よって、逸脱を予測する車両の前方位置までの到達時間は、車速が高速であるほど早く到達することになるが、車速が高くなるに従いしきい値を小さくすることで、逸脱予測時間を車速により変化しないように設定することができる。

【0027】

【発明の実施の形態】本発明の車両の車線逸脱警報装置を、第1実施例（請求項1に対応）、第2実施例（請求項2に対応）、第3実施例（請求項3に対応）、第4実施例（請求項4に対応）により説明する。

【0028】（第1実施例）図1は第1実施例の車両の車線逸脱警報装置を示す全体システム図であり、1はカメラ（撮像手段）、2は画像処理装置、3は制御コントローラ、4は車速センサ、5は操舵角センサ、6は警報コントローラ、7は警報器（警報手段）である。

【0029】前記カメラ1は、CCDカメラ等で構成され、図2に示すように、車幅方向中央位置であつて、車室内のフロントウィンドウの上部に、レンズの光軸と車両中心線とのヨー角が零、レンズの光軸と車両中心線と

$$X = (a + ie)(Y - d) + b / (Y - d) + c \quad \dots(1)$$

式(1)において、 $a \sim e$ は道路パラメータであり、路面からのカメラ1の高さを一定とすると、それぞれの道路パラメータは、次のような道路及び白線の形状又は車両挙動を表す。すなわち、 a は車線内の自車両の横変位量、 b は道路の曲率、 c は自車両（カメラ1の光軸）の道路に対するヨー角、 d は自車両（カメラ1の光軸）の道路に対するピッチ角、 e は道路の車線幅をそれぞれ表す。

【0036】なお、初期状態では、道路及び白線の形状や車両挙動が不明であるから、各道路パラメータには、例えば、中央値に相当する値を初期値として設定する。つまり、例えば、車線内の自車両の横変位量 a には車線中央を設定し、道路曲率 b には直線を設定し、車線に対するヨー角 c には零度、車線に対するピッチ角度 d には停止状態の α 度を設定し、車線幅 e には、道路構造令に示される高速道路の車線幅を設定する。

【0037】次いで、ステップS2に移行し、ステップ

のピッチ角が α となるように取り付けられ、車両前部の道路を撮像する。

【0030】前記画像処理装置2は、カメラ1により撮像された画像を処理して道路上の白線等を検出する。

【0031】前記制御コントローラ3は、道路形状と車両挙動を表す複数のパラメータを用いて道路白線の形状を数式化モデルで表し、道路白線の検出結果と、白線モデルとが一致するように、パラメータを更新することによって、道路白線を検出して道路形状を認識する。また、車速センサ4で検出される車速 V_{SP} 及び操舵角センサ5で検出される現在のハンドル操舵角 θ を入力し、車両前方位置における前方横変位推定値 X_{exp} （車両のヨー角 c で求める）と、車両前方位置における前方横変位目標値 X^*_{exp} （車体横すべり角 β で求める）との比較により、自車両の車線からの逸脱状況を検出する。

【0032】前記警報コントローラ6は、制御コントローラ3の走行状況監視処理により自車両が車線から逸脱していると判定されたとき、警報器7を駆動し、この警報器7によって警報音、或いは、警報表示等を行つて、ドライバーに注意を促す。

【0033】次に、作用を説明する。

【0034】〔道路白線検出処理〕図3は制御コントローラ3で実行される道路白線検出処理作動の流れを示すフローチャートで、以下、各ステップについて説明する（道路形状推定手段、横変位推定手段、ヨー角推定手段に相当）。

【0035】ステップS1では、道路形状や車両挙動を表すパラメータ（以下、単に道路パラメータという。）を初期設定する。図4に示すような画面座標系 X, Y 上において、白線モデルを、道路パラメータを用いて次のように式(1)で表す。

S2では、図5に示すように、白線候補点を検出するための小領域の初期設定を行う。初期状態においては、道路パラメータに初期値を設定した白線モデルと、実際の画面上の道路白線との間には大きな開きがあると予想されるので、できる限り大きな領域を設定するのが望ましい。図5に示す例では、左右の白線に5個ずつ計10個の白線候補点検出領域を設定する。なお、前回の処理までに道路白線が既に検出されている場合には、実際の道路白線と白線モデルとの差は小さいと考えられるので、図6に示すように、なるべく小さい領域を設定する方が、白線以外のものを誤検出する可能性が低く、しかも処理速度を向上させることができる。

【0038】次いで、ステップS3に移行し、ステップS3では、カメラ1により撮像され画像処理装置2で処理された画像を入力する。

【0039】次いで、ステップS4に移行し、ステップS4では、ステップS3で画像処理装置2から入力した

画像情報の道路画像上に、白線候補点の検出領域を設定する。このとき、ステップS2で算出した白線候補点検出領域とステップS1又は後述のステップS9で補正した道路パラメータによる白線モデルとに基づいて、図7に示すように、前回の処理で求めた白線モデルが領域の中心となるように白線候補点検出領域を設定する。図7に示す例では、左右の白線に5個ずつ計10個の白線候補点検出領域を設定する。なお、過去の白線モデルの変化の様子から、白線モデルの変化方向にオフセットした位置に白線候補点検出領域を設定するようにしてもよい。

【0040】次いで、ステップS5に移行し、ステップS5では、白線候補点検出領域において白線候補点の検出を行う。この白線候補点の検出は、まず、入力画像を、sobelフィルタ等を通して微分画像を生成する。次に、白線候補点検出領域の上底の一点と下底の一点とを結んでできる全ての線分に対し、図8に示すように、その線分上の画素の濃度が所定値以上の画素の数を計測する。さらに、全ての線分の中で、濃度が所定値以上の画素が最も多い線分を検出直線とし、その線分の始点と終点とを白線候補点とする。このとき、検出された直線上の濃度の画素数が、検出領域の長さに対する所定の割合よりも少ない場合には、白線候補点が検出されなかったものとみなす。

【0041】例えば、検出領域の長さが15画素で、所定値以上の濃度の画素が1/2以上、すなわち、8画素以上検出されれば白線候補点が検出されたとする検出領域においては、所定値以上の濃度の画素数が最も多い線分上における画素数が、7画素未満の場合は、その検出領域において、白線候補点が検出されなかったものとする。一方、9画素の場合は白線候補点が検出されたものとし、その線分の始点と終点とを検出結果とする。

【0042】以上の処理を全ての白線候補点検出領域に対して実行する。このとき、白線候補点の検出の有無を判断するための検出領域の長さに対する上記所定の割合は、全ての領域に対して同一としてもよいし、検出領域毎に設定してもよい。また、上記濃度の所定値も全ての検出領域に対して同一としてもよいし、検出領域毎に変えてもよい。

【0043】次いでステップS6に移行し、ステップS6では、全ての白線候補点検出領域で検出した白線候補点の点数が所定値以上かどうかを確認し、所定値より少なければ、白線候補点検出領域内に道路白線が含まれていなかったと判断し、ステップS2へ戻って、上述したように白線候補点検出領域を初期設定する。

【0044】一方、白線候補点が所定値以上検出された場合にはステップS7へ進み、ステップS7では、図9に示すように、検出した白線候補点と前回の処理で求めた白線モデル上の点とのずれ量を各点毎に算出する。

【0045】次いで、ステップS8に移行し、ステップ

S8では、各点のずれ量に基づいて道路パラメータの変動量 $\Delta a \sim \Delta e$ を算出する。この変動量の算出方法は、例えば、特開平8-5388号公報に示されるように最小二乗法により算出する方法を用いることができる。

【0046】続いてステップS9に移行し、ステップS9では、ステップS8で算出した道路パラメータの変動量 $\Delta a \sim \Delta e$ により道路パラメータ $a \sim e$ を補正する。例えば、上記(1)式に示す白線モデルの場合には、次式(2)により道路パラメータ $a \sim e$ の補正を行う。

$$\begin{aligned} a &= a + \Delta a \\ b &= b + \Delta b \\ c &= c + \Delta c \\ d &= d + \Delta d \\ e &= e + \Delta e \end{aligned} \quad \dots(2)$$

そして、このように補正した道路パラメータ $a \sim e$ を、新たな白線モデルの道路パラメータとして所定の記憶領域に記憶する。そして、ステップS3へ戻り、上記処理を繰り返す。

【0047】[走行状況監視処理]上記のようにしてカメラ1で撮像した画像情報から検出された白線モデルの道路パラメータ $a \sim e$ に基づいて、制御コントローラ3では、自車両の走行状況に応じて警報を発生させる走行状況監視処理を行う。

【0048】図10は制御コントローラ3で実行される走行状況監視処理作動の流れを示すフローチャートで、以下、各ステップについて説明する。

【0049】ステップS10では、新たな白線モデルの道路パラメータとして記憶されている白線モデルの道路パラメータ a 、 b 、 c を取り込む。

a : 道路に対する自車両の横変位
 b : 道路曲率
 c : 道路に対する自車両のヨー角

次いで、ステップS11に移行し、ステップS11では、前方注視点距離 L_s の位置における前方横変位推定値 X_{exp} が下記の式(3)で算出される(前方横変位推定値算出手段に相当)。

$$X_{exp} = a + L_s \cdot c \quad \dots(3)$$

この前方横変位推定値 X_{exp} は、図11に示すように、前方注視点距離 L_s の位置における車両の道路中心からの横変位を意味しており、道路が略直線路であれば、そのまま大きい値である程、車線逸脱傾向にあると判断できる。また、前方横変位推定値 X_{exp} は、図12に示すような曲率を持った道路であっても、車体横すべり角が十分に小さい状態で旋回している状況下では、そのままの値を見るだけで、やはり大きい値である程、車線逸脱傾向にあると判断できる。

【0050】次いで、ステップS12に移行し、ステップS12では、車両走行状態データとして、操舵角センサ5で検出される現在のハンドル操舵角 θ と、車速センサ4で検出される車速 V_{SP} が取り込まれる。

【0051】次いで、ステップS13に移行し、ステップS13では、車体横すべり角 β が、例えば、下記に示す式を用いて、車両モデル同定値及び車速 V_{sp} 、ハン

ドル操舵角 θ （前輪実舵角 δ ）、道路曲率 b を用いて推定算出される（車体横すべり角推定手段に相当）。

$$\begin{bmatrix} \beta \\ \delta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} b_{11} \\ b_{21} \end{bmatrix} \phi$$

ここで

$$a_{11} = \frac{C_r + C_f}{mV_{sp}}, \quad a_{12} = -\frac{C_f}{mV_{sp}}, \quad a_{21} = \frac{l_f C_f - l_r C_r}{I}, \quad a_{22} = -\frac{l_f C_f}{I}$$

$$b_{11} = \frac{l_r C_r - l_f C_f}{mV_{sp}^2} - 1, \quad b_{21} = -\frac{l_r^2 C_r - l_f^2 C_f}{IV_{sp}}$$

$$\phi = V_{sp} \cdot b$$

I : 車両ヨー慣性モーメント

m : 車両重量

$l_f (l_r)$: 重心～前（後）輪車軸間距離

$C_f (C_r)$: 前後輪コーナリングパワー（二輪分）

V_{sp} : 車速

ϕ : ヨーレイト

δ : 前輪実舵角

β : スリップ角

b : 道路曲率

次いで、ステップS14に移行し、ステップS14では、前方注視点距離 L_s の位置における前方横変位目標値 $X^* \exp$ が、前方注視点距離 L_s と車体横すべり角 β とを掛け合わせることで算出され（前方横変位目標値算出手段）、ステップS11で算出された前方横変位推定値 X_{exp} と前方横変位目標値 $X^* \exp$ との偏差が、車線逸脱傾向であるかどうかを判定するしきい値 X_{th} 未満であるかどうか判定される（車線逸脱判定手段に相当）。なお、ここで、しきい値 X_{th} は、予め行われた実験等の結果により導き出された固定値を与えることにより設定されている（しきい値設定手段）。

【0052】そして、 $|X_{exp} - X^* \exp| < X_{th}$ と判定された場合には、ステップS15へ進み、逸脱警報が出されない。一方、 $|X_{exp} - X^* \exp| \geq X_{th}$ と判定された場合には、ステップS16へ進み、逸脱警報が出される。

【0053】〔車線逸脱の評価点について〕車線逸脱の評価点として車体横すべり角 β を考慮することによる影響を分かりやすくするために比較を図13に示した。

【0054】図13は同じ道路曲率でありながら、どちらも一定旋回状態にあり、かつ、きれいに車線内中央をラインどおりしながら走行して行く場合であって、右側に示した車両は左側に示した車両の車速より高い速度で走行している場合を想定している。つまり、どちらも車線逸脱しないという意味では理想的な車両走行状態にあるので、これらに対し、同じ評価点が得られるようにしなければならない。

【0055】例えば、一般的なアンダーステアの特徴を持つ車両においては、同一車両であっても車速が高速になるに従いコーナーのIN側（旋回内側）に車体横すべり角 β を持つようになる。すなわち、図14に示すように、ニュートラルステア特性（NS特性）を持つ車両が一定の実舵角で定常円旋回する場合には、速度と共に直線的に旋回角速度が増大する。また、アンダーステア特性（US特性）を有すれば、あるところまでは速度と共に旋回角速度も増大するが、ある値以上になることはない。しかし、車両重心点の横すべり角 β は、図15に示すように、車速の二乗に比例してその絶対値が増大する。このように、車両重心点の横すべり角 β が車両のステア特性の如何にかかわらず、速度と共に変化する理由は、車両は走行速度に応じた遠心力と釣り合う横力を得なければならないからである。車両重心点の横すべり角 β は、車両の前後方向と車両重心点の進行方向、つまり、旋回円の接線方向のなす角であり、定常円旋回における旋回円に対する車両の姿勢を示す。この横すべり角 β が速度と共に負となり、その絶対値が増すということは、車両は、速度が増すほど車頭を旋回円の内側にして円旋回をする傾向を強くすることを示すものである。

（『自動車の運動と制御（第3刷）』安部正人著、平成8年5月31日山海堂発行のP69～P70参照）。

【0056】よって、図13の左側は車速が50～60 km/h、右側は車速が100 km/hというように車速の差がある場合においては、前述した前方横変位推定値 X_{exp} の意味合いが異なってくる。

【0057】そこで、第1実施例（本発明）では、前方横変位推定値 X_{exp} の基準点を、車体横すべり角 β だけずらす、つまり、前方横変位目標値 X^*_{exp} を、前方注視点距離 $Ls \times$ 車体横すべり角 β とし、車線逸脱の評価点を $X_{exp} - X^*_{exp}$ に設定している。

【0058】すなわち、図13の左側は、車両進行方向と道路の方向が一致している。従って、 $a = c = \beta = 0$ であり、この値を、

$$X_{exp} - X^*_{exp} = a + Ls \cdot c - Ls \cdot \beta = a + Ls (c - \beta)$$

の式に代入すると、 $X_{exp} - X^*_{exp} = 0$ となる。

【0059】図13の右側は、道路に対する車両の横変位 $a = 0$ であるが、ヨー角 c と車体横すべり角 β が出る。この値を、

$$X_{exp} - X^*_{exp} = a + Ls (c - \beta)$$

の式に代入すると、 $X_{exp} - X^*_{exp} = Ls (c - \beta)$ となり、ヨー角 c と車体横すべり角 β が一致していれば、 $X_{exp} - X^*_{exp} = 0$ となる。

【0060】よって、車線逸脱の評価点を $X_{exp} - X^*_{exp}$ に設定することにより、図13の左右両方の状態が共に、前方横変位目標値 X^*_{exp} からのずれをゼロと評価できることになる。

【0061】ちなみに、図13の右側は、従来技術で $R - RA = 0$ の場合に相当し、ヨー角が旋回内側についているので、少しでも $R - RA$ の偏差が出てしまうと警報が鳴り出すパターンとなってしまいが、第1実施例では、このような状況でも警報が鳴ることはない。

【0062】次に、車線逸脱のゼロ評価（理想的な旋回状態）との比較のために、車両進行方向を道路方向と相違する例について下記に説明する。

【0063】図13の左側で、仮に車両の進行方向が1点鎖線（回り込みすぎ）であれば、横変位 $a = 0$ 、ヨー角 $c = 0$ 、車体横すべり角 $\beta = q (< 0)$

$$X_{exp} - X^*_{exp} = Ls (-q) > 0 \text{ となり、図13の左側で、仮に車両の進行方向が2点鎖線（回り込み不足）であれば、横変位 } a = 0, \text{ ヨー角 } c = 0, \text{ 車体横すべり角 } \beta = r (> 0)$$

$$X_{exp} - X^*_{exp} = Ls (-r) < 0 \text{ となり、いずれの場合も偏差が出てしまい、車両の進行方向と道路の方向とのずれが大きくなるほど警報を出すようになる。}$$

【0064】図13の右側で、仮に車両の進行方向が1点鎖線であれば、横変位 $a = 0$ 、ヨー角 $c = m$ 、車体横すべり角 $\beta = n (< m)$

$$X_{exp} - X^*_{exp} = Ls (m - n) > 0 \text{ となり、図13の右側で、仮に車両の進行方向が2点鎖線であれば、横変位 } a = 0, \text{ ヨー角 } c = m, \text{ 車体横すべり角 } \beta = p (> m)$$

$$X_{exp} - X^*_{exp} = Ls (m - p) < 0 \text{ となり、いずれの場合も偏差が出てしまい、車両の進行方向と道路の方向とのずれが大きくなるほど警報を出すようになる。}$$

【0065】さらに図13の右側で点線で示すように、

車両の進行方向がもともと道路の方向と大きく相違している場合には、横変位 $a = 0$ 、ヨー角 $c = g (< 0)$ 、車体横すべり角 $\beta = h (> 0)$

$$X_{exp} - X^*_{exp} = Ls (g - h) < 0 \text{ となり、偏差が出るため警報を出すようにしている。}$$

【0066】次に、効果を説明する。

【0067】以上説明したように、第1実施例の車両の車線逸脱警報装置にあっては、車体横すべり角 β で求められる前方横変位目標値 X^*_{exp} を車線逸脱の判断する基準値とし、前方横変位推定値 X_{exp} と前方横変位目標値 X^*_{exp} との偏差により車線逸脱を判断しているため、車体横すべり角 β が生じるような高速旋回走行時においても前方横変位推定値 X_{exp} と前方横変位目標値 X^*_{exp} との偏差が小さければ逸脱警報が出されることがなく、ドライバーに逸脱警報の違和感を与えることがない。

【0068】さらに、車線逸脱の評価点が $X_{exp} - X^*_{exp}$ に設定されているため、直線路でも曲線路でも変わりなく同じ評価点 $X_{exp} - X^*_{exp}$ により車線逸脱を評価することができるため、あらゆる道路条件、走行条件下で、つながりが途切れることなく連続して車線逸脱の予測が実施できる。

【0069】（第2実施例）第2実施例の車両の車線逸脱警報装置は、第1実施例装置がしきい値 X_{th} を固定値により与えたのに対し、図16に示すように、前方の道路曲率 b が b_1 までは一定値で、 b_1 を超えると道路曲率 b が大きくなるに従い比例的にしきい値 X_{th} を大きな値に設定するようにした例である。

【0070】なお、他の構成及び作用効果は第1実施例と同様であるので、図示並びに説明を省略する。

【0071】よって、第2実施例の車両の車線逸脱警報装置にあっては、同じ車速であれば大旋回半径による旋回走行時に比べて車体横すべり角 β が大きく発生しやすい小旋回半径による旋回走行時には、前方の道路曲率 b が大きくなるに従いしきい値 X_{th} が大きくされるため、小半径のコーナーでは比較的自由なドライバーのコースとりを許容することができるというように、コースとりを気にしないで通常のドライバーの運転感覚にあった警報を報知することができる。

【0072】（第3実施例）第3実施例の車両の車線逸脱警報装置は、第1実施例装置がしきい値 X_{th} を固定値により与えたのに対し、図17に示すように、コーナー外側方向のしきい値 X_{th} を一定値とし、コーナー内側方向のしきい値 X_{th} を、前方の道路曲率 b が b_1 までは一定値で、道路曲率 b が b_1 から b_2 までは道路曲率 b が大きくなるに従い比例的にしきい値 X_{th} を大きな値にし、道路曲率 b が b_2 を超えると大きな値を保つように設定するようにした例である。

【0073】なお、他の構成及び作用効果は第1実施例と同様であるので、図示並びに説明を省略する。

【0074】よって、第3実施例の車両の車線逸脱警報装置にあっては、旋回走行時にコーナーOUT側に比べて偏差 $X_{exp} - X^*_{exp}$ が大きくなりやすいコーナーIN側のしきい値 X_{th} を大きく設定するため、小半径のコーナーでは通常のドライバーのIN側よりにコースとりをする嗜好について許容することができるというように、IN側のコースとりを気にしないで通常のドライバーの運転感覚にあった警報を報知することができる。

【0075】(第4実施例) 第4実施例の車両の車線逸脱警報装置は、第1実施例装置がしきい値 X_{th} を固定値により与えたのに対し、図18に示すように、車速 V_{SP} が高くなるに従い、反比例的にしきい値 X_{th} を小さな値に設定するようにした例である。

【0076】なお、他の構成及び作用効果は第1実施例と同様であるので、図示並びに説明を省略する。

【0077】よって、第4実施例の車両の車線逸脱警報装置にあっては、逸脱を予測する車両の前方注視点距離 L_s までの到達時間は、車速 V_{SP} が高速であるほど早く到達することになるが、車速 V_{SP} が高くなるに従いしきい値 X_{th} を小さくすることで、逸脱予測時間を車速 V_{SP} により変化しないように設定することができる。

【0078】(他の実施例) 以上第1実施例～第4実施例について説明してきたが、具体的な構成は各実施例に限定されることはなく、請求項1に係る発明の要旨を逸脱しない設計変更等があっても本発明に含まれる。

【0079】例えば、第2実施例～第4実施例で示したしきい値設定のうち、2つの設定方法を組み合わせたり、3つの全て組み合わせでしきい値を設定するようにしてもよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1実施例における車両の車線逸脱警報装置を示す全体システム図である。

【図2】第1実施例装置でのカメラ取付位置を示す説明図である。

【図3】第1実施例装置の制御コントローラで行われる道路白線検出処理手順の一例を示すフローチャートである。

【図4】白線モデルを説明する図である。

【図5】白線候補点検出領域の初期値の設定方法を説明するための図である。

【図6】既に道路白線が検出されている場合の白線候補点検出領域の初期値の設定方法を説明するための図である。

【図7】撮像した道路画面上における白線候補点検出領域の設定方法を説明するための図である。

【図8】白線候補点の検出方法を説明するための図である。

【図9】今回検出した白線候補点と前回求めた白線モデル上の点とのずれ量を示す図である。

【図10】第1実施例装置の制御コントローラで行われる走行状態監視処理手順の一例を示すフローチャートである。

【図11】第1実施例装置で直線道路での前方横変位推定値 X_{exp} を説明する図である。

【図12】第1実施例装置で曲線道路での前方横変位推定値 X_{exp} を説明する図である。

【図13】第1実施例装置で低速旋回時と高速旋回時の車線逸脱の評価点を説明する図である。

【図14】旋回角速度と走行速度の関係を示す特性図である。

【図15】重心点の横すべり角と速度の関係を示す特性図である。

【図16】第2実施例の車両の車線逸脱警報装置におけるしきい値設定マップを示す図である。

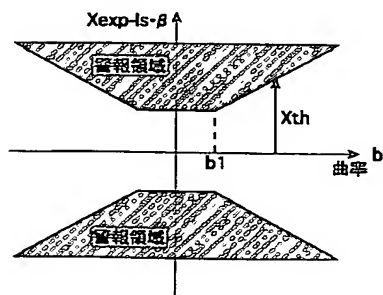
【図17】第3実施例の車両の車線逸脱警報装置におけるしきい値設定マップを示す図である。

【図18】第4実施例の車両の車線逸脱警報装置におけるしきい値設定マップを示す図である。

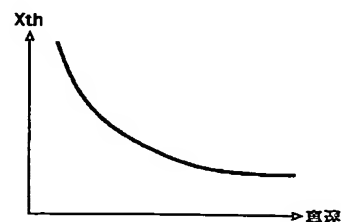
【符号の説明】

- 1 カメラ(撮像手段)
- 2 画像処理装置
- 3 制御コントローラ
- 4 車速センサ
- 5 操舵角センサ
- 6 警報コントローラ
- 7 警報器(警報手段)

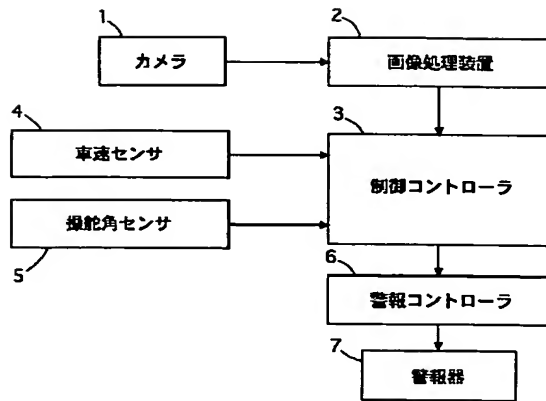
【図16】



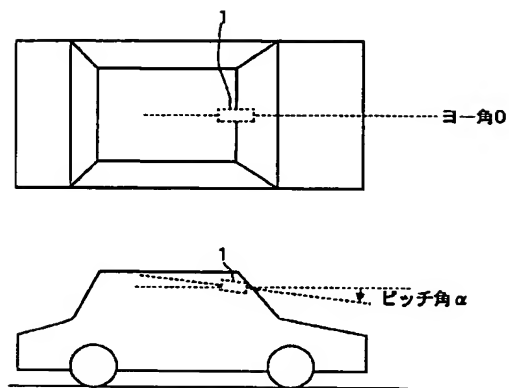
【図18】



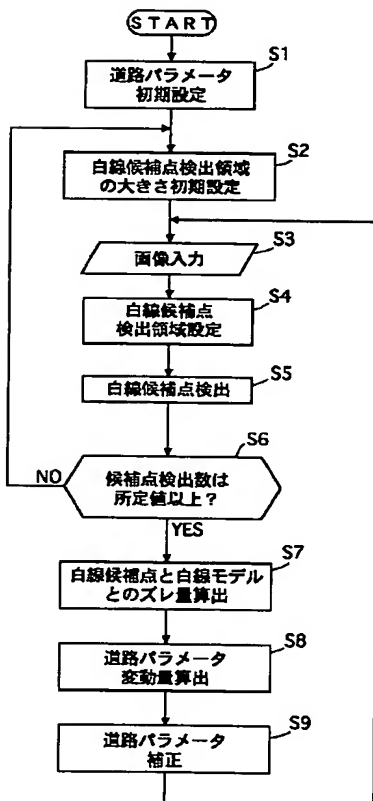
【図1】



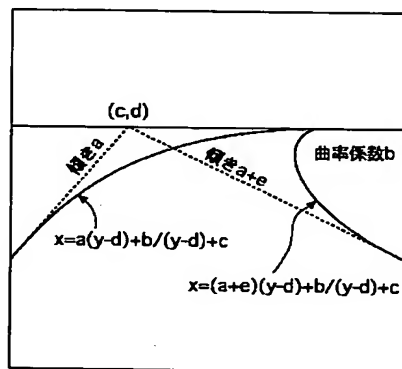
【図2】



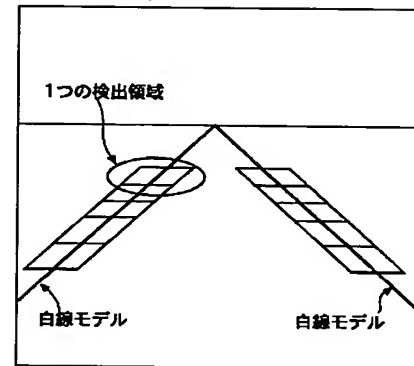
【図3】



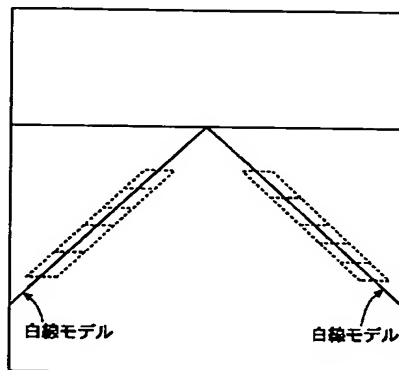
【図4】



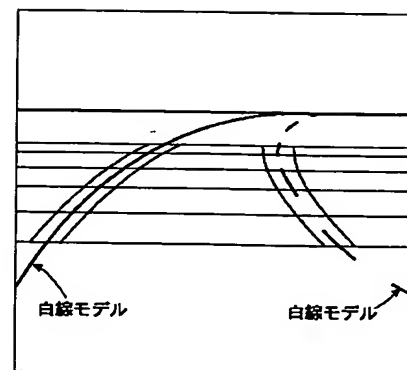
【図5】



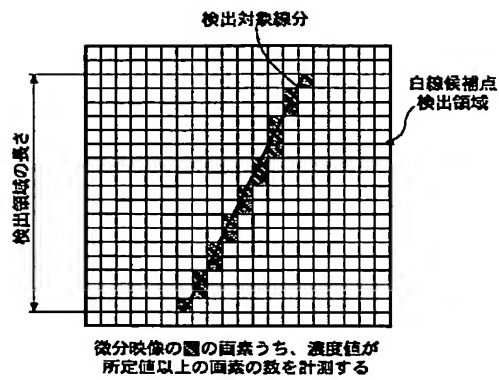
【図6】



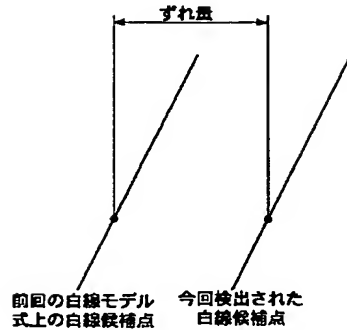
【図7】



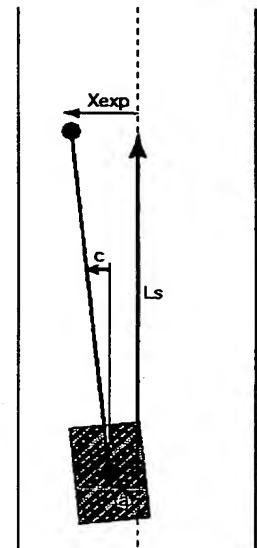
【図8】



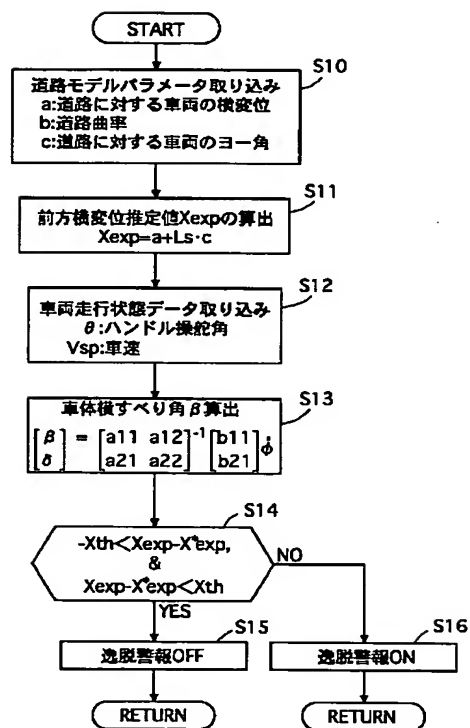
【図9】



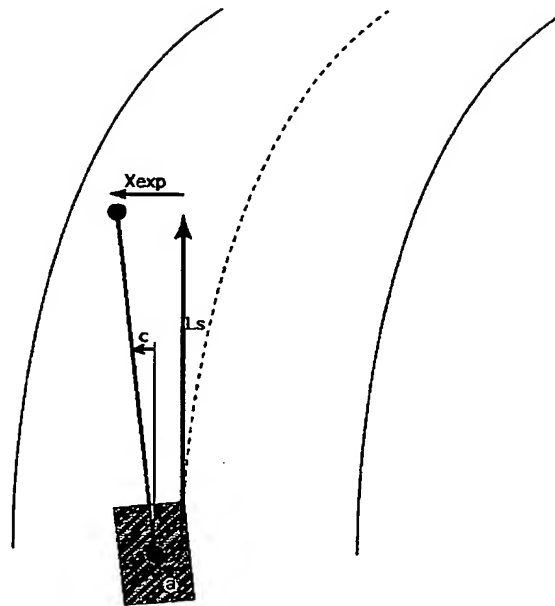
【図11】



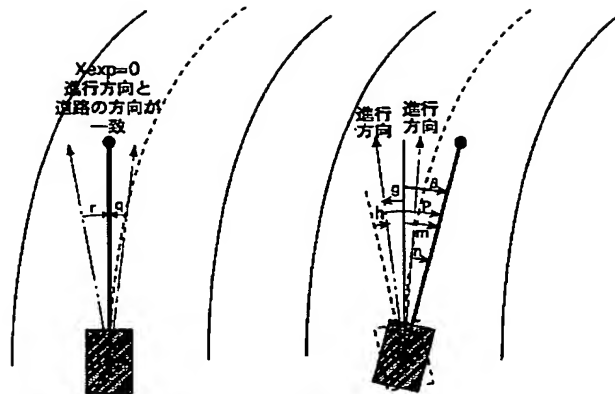
【図10】



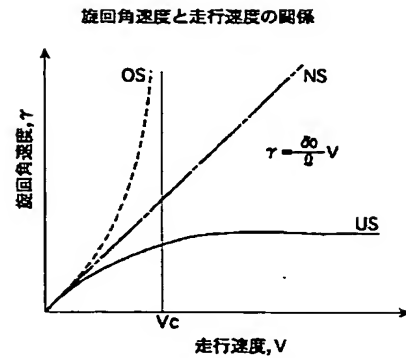
【図12】



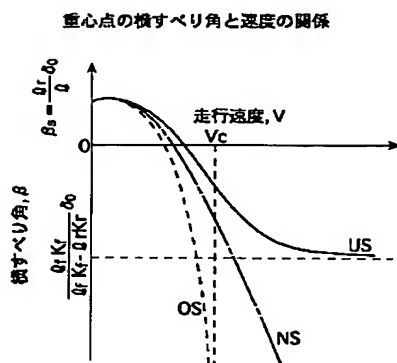
【図13】



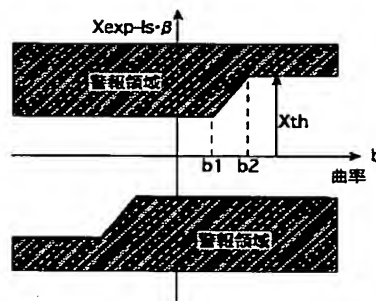
【図14】



【図15】



【図17】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁷

G06T 7/60

G08G 1/16

識別記号

200

F I

G06T 7/60

G08G 1/16

テームト (参考)

200 J

C

D

(72) 発明者 島影 正康

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内

(72) 発明者 川添 寛

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内

(72) 発明者 定野 温

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内

Fターム(参考) 5B057 AA16 BA02 BA30 CH08 CH18

DA07 DA08 DA15 DC07 DC09

5H180 AA01 CC04 LL06 LL15

5L096 BA04 CA02 DA03 EA41 FA13

FA66 FA67 FA68 GA02 GA06

GA19 GA28 GA32 GA51 JA11